Lane Medical Library

Aus der chirurgischen Klinik der Universität Heidelberg
(Direktor: Geh.-Rat Prof. Dr. Enderlen)

# Ueber Muskelplastiken

## Inaugural-Dissertation

zur

## Erlangung der Doktorwürde

der

## Hohen medizinischen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Vorgelegt von

Carl Borchard

aus Gelsenkirchen.

Druck: Wilhelm Postberg, Bottrop
1931

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg

Dekan:
Prof. Dr. Schmincke

Referent:
Geh.-Rat Prof. Dr. Enderlen

1930

Dem Andenken
meiner lieben Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153719_0005

Unter der plastischen Chirurgie verstehen wir die Kunst, fehlende oder verstümmelte Teile des menschlichen Körpers wieder herzustellen. Es gibt kaum ein Gewebe, dessen Uebertragung in der modernen Chirurgie nicht schon versucht worden wäre, und so stammen aus einer Zeit, in der von zahlreichen Versuchen von gelungenen Transplantationen anderer Organe berichtet wurde, auch solche von Verpflanzungen der quergestreiften Muskulatur. Unter Muskelplastik versteht man die Verlagerung eines Muskels, Muskelabschnittes oder Muskelansatzes an eine andere Stelle, um die verlorene Funktion eines erkrankten oder defekten Muskels wiederzuschaffen und das Gleichgewicht zwischen den wichtigsten Muskelkräften wiederherzustellen. Voraussetzung für die Operation ist der Funktionsverlust eines oder mehrerer wichtiger Muskeln, deren spontane Wiederherstellung nicht möglich ist. Grundbedingung für die Operation ist der Nachweis, daß der Funktionsverlust ein umschriebener geblieben ist und daß genügend kräftige Nachbarmuskeln, deren Funktionsausfall in Tausch genommen werden kann, in operativ erreichbarer Entfernung sich finden.

Die Verpflanzung von Muskelgewebe wird auf zweierlei Art angestrebt.

a) Durch freie Transplantation, d. h. die Verpflanzung in einen anderen Körperabschnitt nach völliger Loslösung aus dem ursprünglichen Muskellager.

b) Durch gestielte Transplantation, worunter man eine unvollkommene Kontinuitätstrennung des Transplantates aus seiner früheren Lage versteht. Hierbei bleibt als Stiel das ernährende Hauptgefäß und der Leitungsnerv bestehen. Heute hat die letztere Methode allein praktische Bedeutung.

Die freie Transplantation quergestreifter Muskulatur ist vielfach experimentell wie klinisch Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Die älteste experimentelle Arbeit, die sich mit der Frage des plastischen Ersatzes von Muskelgewebe befaßt, stammt von G l u c k aus dem Jahre 1881. In Tierversuchen ersetzte er Muskeldefekte durch freitransplantiertes Muskelgewebe. Das eingepflanzte Muskelstück heilte ein und die muskuläre Struktur war deutlich erhalten. Durch den elektrischen Strom löste er Kontraktionen des implantierten Muskelstückes aus. Aus diesen gelungenen Experimenten zog G l u c k den Schluß, daß die freie Transplantation von Muskulatur unter aseptischen Kautelen ausnahmslos gelingt. Diese experimentellen Erfahrungen wandte H e l f e r i c h schon im Jahre 1882 beim Menschen praktisch an. Bei einer Frau exstirpierte er ein Fibrosarkom des Oberarmes (Musculus biceps) und ersetzte den Defekt durch ein Stück des Schenkelbiceps eines Hundes. Drei Monate nach der Operation war die Funktion des Muskels wiederhergestellt. Auf Reizung mit dem elektrischen Strom kontrahierte sich auch das eingepflanzte Muskelstück. Auf Grund dieser erfolgreichen Transplantation stellte S a l v i a eine Reihe von Tierversuchen an, wobei er vollständige Einheilung des Transplantates erzielte. Nach geraumer Zeit hatten die überpflanzten Muskelfasern ihre anatomischen Eigentümlichkeiten verloren, so daß

weder mikro- noch makroskopisch ein Unterschied zwischen Transplantat und umgebenden Muskelgewebe zu erkennen war. Diese Ergebnisse fanden mancherlei Widerspruch und die nun folgenden Untersuchungen ergaben dann auch weit weniger günstige Resultate. R. Magnus prüfte die Versuche Glucks nach und fand aber dessen Erfahrungen nicht bestätigt. Nach seinen eigenen Untersuchungen verfiel das Transplantat der Nekrose. Es hatte sich eine derbe bindegewebige Schwiele entwickelt und so überzeugte er sich an Hand seiner mikroskopischen Untersuchungen von dem Untergang der transplantierten Muskelfasern. Nur aus den Rändern und dem Boden des verletzten Muskels entwickelten sich neue Muskelfasern. Auch Volkmann kam 1893 zu ähnlichem Resultat: „Eine Erhaltung oder Erneuerung eines lebensfähig bleibenden Muskelstückes gibt es nicht; es findet im Gegenteil unter allen Umständen eine vollständige Resorption desselben und Substitution durch Bindegewebe statt." Zu dem gleichen negativen Ergebnis kam Capurro in seiner Arbeit: Ueber den Wert der Plastik mittels quergestreiften Muskelgewebes. Er stellt darin Grundsätze über die praktische Ausführung der wirksamen Muskelplastik auf und kommt zu folgendem Resultat:

„Die freie Einpflanzung quergestreifter Muskellappen, sei es auf Tiere derselben Gattung, sei es auf Tiere einer verschiedenen Gattung, gibt beständig negative Resultate, welches immer die Transplantationsart sei. Bei ihr erfolgt die Zerstörung des Gewebes in der Mehrzahl sehr schnell durch einen Prozeß ischämischer Nekrose, welche sich bei einigen als Verkäsung darstellt; bei anderen vollzieht sie sich schrittweise unter dem Bilde der sog. fibrösen Metamorphose."

Während Magnus und Volkmann jede Regeneration von Muskelfasern aus dem implantierten Muskelgewebe selbst bestritten, konnten Ribbert und Saltykow nachweisen, daß eine geringe Neubildung von Muskelgewebe zwar doch zunächst stattfinden kann. Es zeigte sich vor allem Kernproliferation, aber nach kurzer Zeit tritt Degeneration ein, die Muskelelemente zerfallen in hyaline Schollen, die Fasern werden immer schmäler und verschwinden schließlich. Dieses Absterben führte Saltykow auf Inaktivitätsatrophie zurück. Jores und sein Schüler Schmid bauten auf diesen Gedankengängen auf und versuchten, durch schwache faradische Ströme möglichst frühzeitig das Transplantat funktionell in Anspruch zu nehmen. Nach Ablauf regressiver Vorgänge (partielle Nekrose, bindegewebiger Ersatz einzelner Muskelbündel) beobachteten sie schließlich an den gereizten Partien regenerative Neubildung von jungem Muskelgewebe. Die Teile des Transplantates, die nicht faradisiert wurden, hatten sich durch demarkierende Entzündung abgestoßen. Diese Regeneration schrieb Jores einzig und allein der elektrischen Reizung zu, wodurch er einen besseren lokalen Stoffwechsel herbeizuführen glaubte. Askanazy, der quergestreifte Muskulatur auf die verschiedensten Organe überpflanzte, stellte fest, daß ein Teil zwar nekrotrisiert, ein anderer aber durch lebhafte Regeneration von der Peripherie her ersetzt wurde, und sich so junges neugebildetes Muskelgewebe im Transplantat fand. Durch eingehende mikroskopische Studien suchte Landois an Hand eines größeren Versuchsmaterials Aufklärung zu erhalten, wie sich die transplantierten Muskelgewebe einmal bei freier Plastik und ein andermal unter Erhaltung ihrer motorischen Nervenbrücke verhielten. Er faradisierte die frei transplantierten Muskelstücke und fand, daß die freie Muskeltransplantation zur Nekrose der contractilen Substanz führt. So kam Landois zu der Ueberzeugung, daß die freie Muskeltransplantation nicht nur zwecklos, sondern wegen der durch den asep-

tischen Gewebszerfall bedingten Autointoxikation geradezu gefährlich ist. Haberland kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Resultat, daß frei transplantierte Muskulatur zwar einheilt, die Muskelfasern aber allmählich zugrunde gehen, da nicht rechtzeitig für die Ernährung gesorgt wird. Die Regeneration und die Erhaltung der Fasern an der Peripherie durch osmotische Vorgänge hat für chirurgische Zwecke keinen praktischen Wert. Am Menschen sind von Goebell 1913 mittels freier Muskelverpflanzung die Fingerbeuger ersetzt worden. Er ging folgendermaßen vor: Bei ischämischer Muskelkontraktur der Flexoren des 2. bis 5. Fingers implantierte er in die nach Streckung entstandenen 5 bis 6 cm breiten Diastasen der Mm. flex. dig. prof. et subl. ein entsprechend langes Stück des Musc. sartorius und Musc. obliquus externus, mit zugehörigen Nerven. Die Nerven wurden an den Medianus angeschlossen. Unter täglich zweimal vorgenommener Faradisation zeigte sich fortschreitende Besserung der aktiven Beugungsfähigkeit der Finger, welche nach Ansicht Goebells nur durch funktionelle Einheilung des Transplantates zu erklären ist. (Bestätigung der durch Jores erhobenen Befunde.) Wrede betont, daß er bei gleichem Vorgehen in zahlreichen Tierversuchen wohl eine Transplantationsfähigkeit der Muskelzelle, nicht aber des gesamten Muskels feststellen konnte. Nach Ansicht Wredes ist der klinische Fall für die Annahme Goebells nicht beweisend, da der Erfolg ebenso gut auf Kosten der vorgenommenen Muskellösung und Muskelverlängerung zu setzen ist. Die von Goebell dann angestellten Tierversuche ergaben in einem Falle von 12 Doppelversuchen ein wirkliches Einheilen des Transplantates mit ziemlicher Schrumpfung, während die übrigen Versuche negativ ausfielen. Auch die Versuche von Kroh bestätigen immer wieder die Tatsache, daß homoplastisches Transplantat völlig aussichtslos ist, daß an Autotransplantaten eine geringe Regeneration vom Transplantat aus wenigstens für eine gewisse Zeit einsetzen kann, wobei aber eine denkbar günstige Ernährungsmöglichkeit und funktionelle Reize notwendig sind. Im Gegensatz dazu stellte sich Erlacher, der die freie Muskeltranplantation abermals einer eingehenden experimentellen Untersuchung unterzog. Aus seinen Versuchen schloß er, daß frei transplantiertes Muskelgewebe unter raschem nervösen Anschluß (Neurotisation) selbst aus dem Zustande höchster Degeneration zu funktionstüchtigem Muskelgewebe regenerieren kann, und nicht durch Bindegewebe ersetzt zu werden braucht. Im einzelnen gelingt es nach Erlacher, den frei transplantierten Muskellappen reaktionslos zur Einheilung zu bringen und das Tranplantat durch Ernährung von außen her so lange vor der Nekrose zu schützen, bis die nervöse Versorgung wieder hergestellt ist. Dann erst wandelt sich das degenerierte Muskelgewebe wieder in funktionstüchtiges um. Diese experimentellen Ergebnisse Erlachers halten nach Eden einer strengen Kritik nicht stand. Er hält den ersten Teil der Versuche nicht für eine freie Transplantation, da noch eine Bindegewebsbrücke blieb und dadurch die Gefäßversorgung stattfinden konnte. Bei dem zweiten Teil scheine es nicht sicher, ob nicht die vorgefundenen neuen Fasern, ebenso wie die eingewachsenen jungen Nerven zum großen Teil aus der Umgebung des Transplantates stammen. Nach den Untersuchungen von Eden ist zur erfolgreichen Verpflanzung von Muskelgewebe gute Ernährung, Funktionsreiz und Erhaltung oder schnelle Wiederherstellung der Nervenversorgung Grundbedingung. Er folgert nun, daß keine dieser Voraussetzungen bei der freien Muskelverpflanzung erfüllt wird, und daß ein fettreiches, zur Schrumpfung neigendes Bindegewebe das Endschicksal jeder freien Muskeltransplantation ist. Daher lehnte er die freie Muskeltransplantation für klinische Zwecke ab. In neuester Zeit

hat Petta sich in eingehenden Versuchen mit der freien Muskelüberpflanzung beschäftigt. Schon in den 24 Stunden nach der Operation entnommenen Teilen der überpflanzten Muskulatur fanden sich Degenerationserscheinungen, die im Verschwinden der Querstreifung und fettiger Entartung der Muskelfasern bestanden. Das geschädigte Muskelgewebe wurde dann allmählich durch neugebildetes Bindegewebe ersetzt. Der Vorgang war von sehr erheblicher Leukocyteninfiltration begleitet. Es konnten Leukocytenanhäufungen noch 145 Tage nach der Operation nachgewiesen werden. Auch bei gestielten Transplantaten traten die gleichen Erscheinungen auf, wenn die Innervation und der normale Blutkreislauf unterbrochen worden waren. Dagegen waren noch nach 66 Tagen die Fasern gut erhalten, wenn die Gefäße und Nerven des Stiels in ausreichendem Umfange funktionsfähig geblieben waren. Die Vereinigung zwischen dem Stumpf des Transplantats und seiner neuen Ansatzstelle war durch bindegewebige Verwachsung erfolgt. Muskelneubildung konnte nirgends beobachtet werden. Für die Erhaltung der gestielten Muskelplastik waren eine möglichst geringe Verschiebung aus der normalen Lage und frühzeitige funktionelle Reize nötig.

Da die freie Transplantation die Erwartungen, die man in der praktischen Chirurgie zur Deckung von Muskeldefekten in sie setzte, nicht erfüllt hatte, baute man eine andere Methode aus und zwar die Ueberpflanzung lebender Muskulatur durch sogenannte gestielte Lappen. Hierunter versteht man eine Transplantation, bei der der Muskel entweder am Ansatz oder am Ursprung in seinem alten Zusammenhang belassen wird. Dabei ist die Erhaltung des Gefäßnervenbündels eine unbedingte Notwendigkeit. Ehe die Chirurgie zur praktischen Verwendung dieser Methode schritt, ist sie vielfach eingehend experimentell erforscht worden. Unter anderem hat Rydygier 1898 ausgedehnte Untersuchungen über die Transplantation gestielter Muskellappen angestellt. Er ersetzte bei einem Hunde die untere Hälfte des Musc. sternocleidomastoideus durch die Clavicularportion des Musc. pectoralis major und erzielte damit einen guten Erfolg. An einem zweiten Versuchstier vertauschte er den Musc. tibialis anterior und extensor digitorum mit einem Muskellappen aus dem Musc. rectus femoris. Für die erfolgreiche Anwendung seiner Methode stellte er folgende Bedingungen auf:

1. Die vollständige Asepsis.
2. Der Hautschnitt muß so geführt werden, daß er nicht direkt über dem tranplantierten Muskellappen zu liegen kommt, sondern seitwärts von ihm fällt.
3. Man muß den Muskellappen möglichst wenig maltraitieren.
4. Der Muskellappen soll nicht zu stark gedreht werden.
5. Der Stiel ist nach der Seite hin zu legen, von welcher die Gefäße und Nerven kommen, und möglichst parallel ihrem Verlaufe, damit durch denselben möglichst viele Blutgefäße und Nerven hindurchtreten können, und der transplantierte Lappen so gut wie möglich ernährt wird.
6. Auf dem zu transplantierenden Muskel muß die dünne Bindegewebshülle erhalten bleiben, einmal um beim Transplantieren möglichst wenig das Muskelgewebe selbst zu maltraitieren, dann aber auch, weil in dieser Hülle kleine Ernährungsgefäße verlaufen.

Aus Capurros grundlegenden Tierversuchen geht hervor, daß die Kontraktionsfähigkeit des Muskellappens je nach seiner Einpflanzungsart wechselt: Sie ist in den partiellen größer als in den totalen Lappen, in den mäßig gespannten größer als in den stark gespannten, in den

dem ursprünglichen Muskel näher liegenden oder ihm parallel verlaufenden Lappen größer als in den weit entfernten, mehr oder weniger schiefer Richtung zu der des Ursprungsmuskels verpflanzten Lappen. Die Kontraktionskraft ist weiterhin um so größer, je weniger der Stiel des transplantierten Muskellappens gedreht, abgebogen oder geknickt ist. Ueber das gleiche Thema arbeiteten O. Hildebrandt und seine Schüler. Ihre Versuche sollen zeigen, daß es gelingt, einen Muskel, trotzdem man die Blutversorgung fast vollkommen ausgeschaltet hat, im Körper einzuheilen und seine Funktion zu erhalten, sofern man seinen Nerven — damit die Verbindung mit dem motorischen und trophischen Zentrum — mit den ihn versorgenden Gefäßen intakt läßt. Durch die plötzliche Ausschaltung der Zirkulation gehen zwar viele Muskelfasern zu Grunde, doch bleibt die Regenerationsfähigkeit völlig erhalten. Sicherlich sind die mit dem Nerven eintretenden Gefäße, die sich später stark erweitern, für die Erhaltung des Muskels von Wichtigkeit. Grundgesetz für die Muskeltransplantation ist also möglichste Schonung der Eintrittsstelle des Nerven und die Erhaltung seiner Gefäße. Von ausschlaggebender Bedeutung ist nach Payr die Erhaltung der zuführenden Gefäße. Er hat ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Muskel ein ungeheures Sauerstoffbedürfnis habe. In Fällen, wo er den Muskel ohne Schädigung der Gefäße verpflanzen konnte (Sartorius auf Quadriceps) sah er einen vollen Erfolg mit enormer Hypertrophie und Anpassung des transplantierten Muskels, während er bei anderen (Gracilis und Semitendinosus), bei denen er einzelne segmentär eintretende Arterien opfern mußte, direkte Atrophie beobachtete. Muskeln, bei denen Nerven und Gefäße einen derartigen Verlauf nehmen, daß diese bei einer Abspaltung verletzt werden müssen, eignen sich nicht zur Lappenplastik; daher wirken solche Transplantate wie freie Lappen mit allen ihren Nachteilen. Will man Muskulatur auf Knochen überpflanzen, so ist es notwendig, einen Knochenspan mit samt seinem Periost mitzuübertragen. (Gerulanos, Wullstein).

Die Indikation zur Ausführung der Muskelplastik ist im wesentlichen auf zwei Hauptgebiete beschränkt:

1. Muskelverpflanzung nach Traumen an Muskeln und peripheren Nerven; reichlich Gelegenheit zur Betätigung in dieser Richtung boten die Kriegsverletzungen, die einmal zu Verlusten von Muskelgewebe und hochgradiger bindegewebiger Entartung, ein ander Mal zur Schädigung der nervösen Bahnen der Muskulatur führten. Die Muskelplastik als Eingriff bei Verletzungen von Muskelgewebe ist im Gegensatz zu den Nervenschädigungen als absolute Indikation anzusehen, denn bei der Nervenverletzung kommt als konkurrierende Methode noch eine chirurgische Behandlung am Nerven selbst in Frage.
2. Bei Schädigungen von Rückenmark und Gehirn. Eine häufige Gelegenheit bietet die Poliomyelitis anterior acuta, die durch herdförmige Erkrankungen des Rückenmarks an einzelnen Extremitäten wahllos zerstreute schlaffe Lähmungen setzt und damit einen umschriebenen Funktionsausfall bedingt. Es sei hier z. B. erinnert an die Lähmungen der Oberarmmuskulatur (Biceps, Triceps, Deltoideus), Quadriceps. Weiterhin gehen Geburtstraumen, Kompression des Rückenmarks und Gehirns durch Tumoren, progressive Muskeldystrophie, Syringomyelie, multiple Sklerose Gelegenheit zur Ausführung der Muskelverpflanzung. Eine peinliche Scheidung zwischen Muskel- und Sehnenplastik ist klinisch nicht immer möglich. So wird man an Fuß und

Hand, wo es sich um lange Sehnen handelt, eher von einer Sehnentransplantation Gebrauch machen als dort, wo kurze sehnige Ansätze eine Verpflanzung des Muskelgewebes selbst fordern. Da eine Reihe der hier soeben angeführten zentralen Schädigungen teils angeboren, teils in frühester Jugend erworben sind, drängt sich die Frage auf, wann man zeitlich den Eingriff vornehmen soll; denn um gute Resultate zu erzielen, bedarf es nach der Operation der aktiven Mitarbeit des Patienten. Nach Lange soll man nicht vor dem 4. Lebensjahr operieren. Der mit spastischen Lähmungen oft einhergehende Idiotismus stellt demgemäß gute Resultate stark in Frage (Wullstein). Der Vollständigkeit halber sei hier noch erwähnt, daß man die Muskelplastik bei Defekten der Bauchmuskulatur, ferner zur Sphinkterbildung an Blase und Enddarm benutzt.

Wie eingangs erwähnt, ist die Vorbedingung für eine erfolgreiche Muskelverpflanzung ein exaktes physiologisches Vorgehen. Es liegt in der Sache selbst, daß man von Fall zu Fall den Operationsplan aufstellt, fern aller Schematisierung und Mechanisierung. Nicht selten muß man den vorgefaßten Plan bei der Operation selbst noch ändern. Vor Beginn des Eingriffes selbst wird durch Inspektion, Palpation, Funktionsprüfung und elektrische Untersuchung aufs sorgfältigste festgestellt, welche Muskeln vollkommen gesund und zur Uebertragung geeignet sind. Unter der Operation selbst legt dann die Biopsie den Operationsplan selbst fest; so erscheint nach Freilegung der Muskelbäuche funktionstüchtige Muskulatur dunkelrot, gelähmte gelblichweiß. Man hat Sorge zu tragen, daß nur gesunde, möglichst funktionsverwandte, in der Nähe liegende und mit entsprechender Kraft ausgestattete Muskeln als Kraftspender benutzt werden. Eine weitere Voraussetzung ist, daß durch das Umpflanzen des Transplantates keine schädigenden Ausfallserscheinungen gesetzt werden. Sodann ist wesentlich nach Stoffel der Umstand, daß die überpflanzte Muskulatur unter physiologischer Spannung angeheftet wird. Deformitäten, wie sie häufig bei Lähmungen angetroffen werden, müssen vorher korrigiert werden, um den bei der Verpflanzung in Frage kommenden Muskeln ihren physiologischen Spannungsgrad mitteilen zu können. An die Korrektur wird meist sofort die Operation angeschlossen. Auch muß der neue Muskel gleiche Richtung der Krafteinwirkung haben, wie sie der gelähmte Muskel besaß. Um dieser Forderung zu entsprechen, verwendet man am besten einen Synergisten, der Antagonist ist weniger geeignet. Dies beruht auf der Lagedifferenz von Kraftnehmer und Kraftspender zu einander, die beim Verwenden des Antagonisten größer ist als beim Synergisten. Die Teilung eines Muskels hat Vulpius empfohlen, jedoch wird diese Methode von anderen (Stoffel) abgelehnt. Ferner muß man bei jeder Verpflanzung, um Mißerfolge zu vermeiden, die Statik des Gesamtkörpers berücksichtigen. Allgemein operationstechnische Forderungen wie Infektionsverhütung, exakte Blutstillung und so weiter sind wesentlich. Sachgemäße orthopädische Nachbehandlung durch Gipsverbände, Stützapparate, Mechano- und Elektrotherapie, sowie ein aktives Mitarbeiten des Patienten und verständige Aufsicht durch seine Umgebung spielen in der Sicherung der Erfolge eine wichtige Rolle. In der Beurteilung der Erfolge ist maßgebend eine Stellungsverbesserung des Gliedes und eine Leistungsfähigkeit des transplantierten Muskels. Ausschlaggebend bleibt immer das Maß des durch die Operation überhaupt Erreichbaren.

Ein häufig vorkommender Fall ist der Ersatz des Musc. deltoideus, um ein aktives Heben des Armes bis zur Horizontalen zu ermöglichen.

Der Deltamuskel ist einer der am leichtesten verletzbaren Muskeln des menschlichen Körpers, einer von den Muskeln, die am ehesten ihre Funktion verlieren, die wieder zu gewinnen eine schwierige Aufgabe ist. Bekannt ist die Häufigkeit des Verlustes der Abduktion des Armes nach Traumen der Schulter. Nicht nur Verletzungen, welche den Nerv. axillaris betreffen, sondern auch Frakturen des Halses des Humerus, Verrenkungen und Verletzungen der Schulter selbst enden oft mit einer mehr oder weniger totalen Paralyse des Deltoideus.

Der Muskel entspringt vom lateralen Drittel der Clavicula, vom Acromion und der Spina scapulae, und setzt an der Tuberositas deltoide humeri an. Innerviert wird der Deltamuskel vom Nerv. axillaris. Man unterscheidet am Muskel selbst drei Teile, den mittleren, Pars acromialis und die beiden seitlichen, Pars clavicularis und Pars spinata. Die Leistungen des Musc. deltoideus sind beträchtlich, denn er ist seiner Dreiteilung wegen an sämtlichen Bewegungen des Armes im Schultergelenk beteiligt. Die vorderen Fasern heben den Arm nach vorn und nach innen, die mittleren nach außen und die hinteren nach hinten. Die Funktion des ganzen Muskels besteht bei fixierter Scapula darin, den Arm im Schultergelenk bis zur Horizontalen zu ziehen. Die Elevation des Armes, das heißt die Hochhebung des Armes über die Horizontale findet nicht im Schultergelenk statt, sondern wird vom Schultergürtel (Schulterblatt und Schlüsselbein) ausgeführt. Nach den Modellstudien M o l l i e r ' s verlangt jede Portion des Deltamuskels wieder eine andere bestimmte Unterstützung von Seiten der Gürtelmuskeln, wenn ihre Verkürzung in Bewegungen des Armes allein sich umsetzen soll. Die seitliche Erhebung des Armes im Schultergelenk geschieht nicht nur durch Kontraktion des Deltamuskels. Bei ausgiebiger seitlicher Erhebung wirken regelmäßig auch die Rhomboideus-Serratusschlinge und die Trapezius-Serratusschlinge mit. Bei der Armhebung sucht die Schwere des Armes ihn immer wieder nach unten zu ziehen und da der Humerus durch den kontrahierten Deltoideus fest gegen die Scapula gedrückt wird, so wird das Schulterblatt nach hinten aus seiner Lage zu drängen gesucht. Sinkt nun der abduzierte Humerus in die Ruhelage des Armes zurück, so hebt er automatisch die Scapula. Wird aber das Schulterblatt durch die Rhomboideus-Serratusschlinge so fest gehalten, daß es nicht ausweichen kann, so bleibt der Arm abduziert stehen und fällt nicht in den senkrechten Hang zurück. Für die Tätigkeit des Deltoideus ist also die Kontraktion der unteren Portion des Serratus anterior und die ihr entsprechende Lockerung des Rhomboideus eine unerläßliche Vorbedingung. Für die reine Abduktion des Armes bedarf der Deltoideus außerdem noch der Trapezius-Serratusschlinge. Die beiden Muskelportionen des Deltoideus, Pars clavicularis und Pars acromialis bewegen den Arm nach vorn und nach außen; sie werden hierin durch die Wirkung des unteren Teiles des Serratus anterior unterstützt. Die hintere Muskelportion, Pars spinata, könnte ja nun durch ihre Wirkung die reine Abduktion zustande bringen, aber da sie gleichzeitig den Arm senkt, (adduziert), verhindert sie die anderen Muskelteile daran, den Arm bis zur Horizontalen zu heben. Erst wenn die Trapezius-Serratusschlinge mitwirkt, d. h. wenn durch Kontraktion des mittleren Trapezius und gleichzeitige Lockerung des oberen und mittleren Serratus anterior das Schlüsselbein in seinem sternalen Gelenk dorsalwärts bewegt wird, wird das Schulterblatt so weit nach der Wirbelsäule zu verschoben, daß nun der Deltoideus voll angreift, und seine Abduktion des Armes bis zur Horizontalen möglich wird. Auch der obere Trapezius arbeitet dabei mit. Für die Hochhebung des Armes

über die Horizontale, die Elevation, ist die Wirkung des Musc. trapezius besonders wichtig. Diese Bewegung erfolgt ausschließlich in den beiden Schlüsselbeingelenken, das Schultergelenk selbst ist daran unbeteiligt. In diesem wird der Humerus nur bis zur Horizontalen gehoben.

Bei Deltoideusausfall leidet demzufolge die Hebung des Armes im Schultergelenk nach vorn, äußerlich betrachtet kommt es bei genügend langer Dauer zu hochgradigem Deltoideusschwund, und damit zur Abflachung nach außen und nach hinten. Unter der Schulterhöhe bildet sich eine Delle als Konkavität, welche dann wieder in leicht konvexem Bogen in die Oberarmkontur übergeht. Der gesunde Muskel hält den Humeruskopf in der Gelenkhöhle und liegt der Gelenkkapsel dicht an. Durch Muskelschwund erfährt die Kapsel eine mehr oder minder starke Ausdehnung, denn die ganze Schwere des herabhängenden Armes wirkt jetzt zum großen Teil an der Gelenkkapsel selbst. Es entsteht so eine Subluxationsstellung des Humeruskopfes oder sogar völlige Luxation. Dieser Vorgang ist daran erkenntlich, daß zwischen Acromion und Oberarmkopf ein Zwischenraum entsteht. Durch leichten Druck läßt sich der Humerus reponieren, um nach Loslassen sofort ohne Halt wieder herabzusinken. Infolge dieser schwerwiegenden Störungen gehen allerlei wichtige Bewegungen für das tägliche Leben verloren. So kann der Arm im Stehen nicht abduziert und damit auch nicht eleviert werden. Nur unter Zuhilfenahme der Brust- und Rückenmuskulatur kommen Schleuderbewegungen des Armes zustande. Dadurch wird die Auswertung der funktionstüchtigen Hand- und Fingermuskeln stark beeinträchtigt. Da bei Deltoideuslähmung keine auxiliären Muskeln eingesetzt werden können, der Arm also praktisch unbrauchbar wird, sind die Patienten auf fremde Hilfe angewiesen. Diese soziale Indikation ist es, aus der wir so häufig heraus zur plastischen Operation uns gezwungen sehen.

Zunächst versucht man, durch konservative Maßnahmen: Massage, Heißluft, Gymnastik und Elektrisieren auf die Lähmung bessernd einzuwirken. Im allgemeinen wird diese Therapie nicht zum Ziele führen, es tritt dann die operative Behandlung in ihr Recht. Im Jahre 1879 empfahl A l b e r t zuerst die Arthrodese des Schultergelenks, die vielfach geübt wurde und eine weite Verbreitung fand. Sie besteht in der festen Vereinigung von Humeruskopf und Schulterblatt in horizontaler Abduktionsstellung des Armes. Die Arthrodese wird so ausgeführt, daß der Knorpelüberzug vom Humeruskopf und von der Pfanne abgetragen wird. Die unteren Flächen von Acromion und des Processus coracoideus werden angefrischt. Dann wird der Oberarmkopf durch Silber- oder Aluminium-Bronze-Draht sowohl an der Pfanne als auch am Acromion und Processus coracoideus befestigt. Diese Operationsmethode hat freilich erhebliche Nachteile. Das Gelenk verödet für immer und verschiedene Bewegungen der Schulter und des Armes fallen dauernd aus. Sodann hat die Arthrodese Schulterhochstand infolge übermäßiger Tätigkeit des Trapezius, Abstehen des Schulterblattes und sekundäre Skoliose im Gefolge. Diese großen Nachteile legten schon allein nahe, andere Operationsmethoden auszuarbeiten, und so geschah es, daß immer mehr und mehr die Muskelverpflanzung als Operation der Wahl in Frage kam. Bei ihr bleibt das Gelenk erhalten und die Deformitäten werden vermieden. Gerade an der Schulter kann die Muskelverpflanzung, in der richtigen Weise angewendet, zu schönen Erfolgen führen, macht sie doch einen mit Deltoideuslähmung behafteten Kranken von der Hilfe seiner Umgebung unabhängig. W i n i w a r t e r versuchte 1892 durch Aufpflanzung

anderer Muskeln das Fehlen der wichtigen Deltoideusfunktion zu ersetzen. Er trennte die sternale Portion und den innersten Anteil der clavicularen Portion des Pectoralis major ab, schlug den Muskellappen nach außen oben und befestigte ihn an der Spina scapulae. Er erzielte damit, daß nach einigen Monaten der Arm etwas vom Rumpfe gehoben und die Hand auf den Kopf geführt werden konnte. Hoffa transplantierte in einem ähnlichen Falle einen Teil des gesunden Trapezius auf den gelähmten Deltoideus. Der im Schultergelenk zur Subluxation neigende Humeruskopf bekam nach der Operation einen guten Halt, und er erzielte auch eine wesentlich bessere Armfunktion. Später hat Hoffa noch mehrere Male die Trapeziusüberpflanzung auf den gelähmten Deltoideus beim paralytischen Schlottergelenk ausgeführt; im einzelnen ging er so vor, daß er den Trapezius an seiner Ansatzstelle an der Clavicula, am Acromion und an der Spina scapulae ablöste, den Arm in maximaler Abduktion brachte, und nun den abgetrennten Trapezius möglichst tief herunterzog und auf den Deltoideus aufnähte. Eine andere Methode wandte Reichardt an, indem er den Deltoideus aufsteigend in drei Portionen in den Trapezius einnähte. Dadurch erreicht er eine Bewegung des Armes nach vorn und nach der Seite in einem Winkel von 20 Grad. Morestin verwendete je einen Teil des Trapezius, sowie die Chavicularportion des Pectoralis major. Nach einem Jahre erreichte er leichte Abduktionsbewegungen. Allgemeinere Bedeutung fand indessen das Transplantationsverfahren von Hildebrandt; er gab damit der gesamten Muskelplastik eine neue Richtung. Das Wesentliche der Hildebrandt'schen Methode liegt darin, daß er gegenüber den bisher üblichen Muskeltransplantationen den ganzen Muskel unter sorgsamer Erhaltung aller ihn versorgenden Nerven und Gefäße um seine Achse dreht. Dadurch wird seine Ansatzstelle verändert, ferner erfährt seine Kontraktionsrichtung eine Drehung um fast 90 Grad. Bei diesem ersten klassischen Falle verfuhr Hildebrandt folgendermaßen: Bei einem Kinde, welches an Poliomyelitis acuta erkrankt gewesen war, bestand eine Lähmung der linken Schulter. Die Lähmung dehnte sich auf den Musc. sternocleidomastoideus, Musc. trapezius, Musc. serratus anterior, Musc. infraspinatus, Musc. teres minor und Musc. deltoideus aus. Daraus resultierte ein Schlottergelenk und völlige Unfähigkeit, den Arm zu heben. Hildebrandt ersetzte nun den gelähmten Deltoideus durch den intakten Pectoralis. Der Hautschnitt wurde vom Ansatz der 4. Rippe am linken Sternalrande senkrecht bis zur Articulatio sterno clavicularis geführt, von da rechtwinklig abbiegend dicht oberhalb des Schlüsselbeins bis zum Acromion weitergeführt. Sodann präparierte er den so umschnittenen Hautlappen soweit zurück, bis fast der ganze Musc. pect. major und Musc. deltoideus frei lagen. Dann wurde der sternoclaviculare Ursprung des Pectoralis in seinem sehnigen Teile durchtrennt und ebenso wurden die unteren Fasern am Brustkorbe durchschnitten, so daß der Muskel vollkommen außer Zusammenhang mit dem Bustkorb war. Unter sorgfältiger Schonung der Nn. thoracals ant., die unter dem Schlüsselbein hervortreten, und der Gefäße wurde der Muskel mit einer Drehung von 80 Grad über den Ansatz des Deltoideus verlagert und nun am lateralen Drittel des Schlüsselbeines und am Acromion mit Catgutnähten befestigt. Zur Entlastung des Brustmuskels wurde der Arm in horizontaler Lage fixiert. Die Muskelfasern des Pectoralis zogen also nach der Operation vom Acromion und dem acromialen Teil der Clavicula her direkt über die Schulterhöhe nach der Christa tuberculi majoris humeri, so daß sie im Sinne der Hebung und Abduktion des Armes wirken mußten. Der Eingriff gab ein gutes Resultat. Das Schlottergelenk war behoben, der Arm konnte nach vorn bis beinahe zur Horizontalen aktiv gehoben

werden. Nach dem Hildebrandt'schen Vorgehen operierte 1906 Sachs gleichfalls mit gutem Erfolg. Unter sorgfältiger Erhaltung der Nerven und Gefäße verlagerte er den Pectoralis so, daß seine Faserrichtung der des Deltoideus entsprach. Durch die Operation gelang es, den Arm seitwärts völlig zu heben und längere Zeit in wagerechter Stellung zu halten. Es hat dann Gersuny in einem Falle einer Deltoideuslähmung den Trapezius zum Teil auf den Deltoideus verpflanzt. Von einem Längsschnitt über die Mitte des Acromions aus wurde die Insertion des Musc. trapezius am lateralen Teil der Spina scapulae und am Acromion, in entsprechender Ausdehnung der Musc. deltoideus an den gegenüberliegenden Stellen abgelöst. Bei erhobenem Arm wurde der Deltamuskel ziemlich weit unter den Trapezius gebracht, wo er dann vernäht wurde. Nach der Operation kontrahierte sich der Deltideus, auch die nicht mit dem Trapezius vernähten Muskelportionen. Gersuny, Hacker und andere glaubten, durch das Einnähen eines nervös gut versorgten gesunden Muskels in einen gelähmten Muskel auf dessen Neurotisation schließen zu können. Dieses Verfahren wurde von Gersuny als Muskelanschluß bezeichnet. Es erstrebt das Ziel einer Wiederherstellung konkraktiler, nervös versorgter Muskelelemente im Bereich des gelähmten Muskels von dem gesunden Muskel aus. Andere Autoren nehmen dagegen spontanes Zurückgehen der Lähmungserscheinungen am Mus. deltoideus als vorliegend an. 1909 hat dann Samter mit gutem Erfolg bei einer Deltoideuslähmung nach Hildebrandt's Vorschlag die Clavicularportion des Pectoralis major von ihrem Ursprung am Schlüsselbein abgetrennt und an Acromion und Clavicula periostal verpflanzt. Hebung des Armes gelang bis zu 45 Grad, dann trat der Schultergürtel in Tätigkeit, so daß der Arm weder an Ausdehnungsfähigkeit in der Beweglichkeit, noch an Kraft gegen die gesunde Seite zurückblieb. Von Lengfellner und Frohse wurde der kombinierte Ersatz des Musculus deltoideus empfohlen. Gestützt auf die verschiedenartige Wirkung der drei Deltoideusportionen erklärten sie Hildebrandt's Vorgehen, die totale Ueberpflanzung des Pectoralis, als anatomischen und physiologischen Irrtum. Fernerhin stelle sich diesem Verfahren auch noch die Kürze der Nerven in den Weg. Sie verwendeten in einem Falle von Plexuslähmung die claviculare Portion des Brustmuskels zum Ersatz der vorderen Partie des Deltoideus; auf die hintere und mittlere Partie des Deltoideus befestigten sie die entsprechenden Teile des Trapezius, zuweilen mit Zuhilfenahme des Musc. levator scapulae. Nach Loslösung des Ansatzes des Musc. trapezius und des entsprechenden Ursprunges des Musc. deltoideus am Knochen wurden beide Muskelstümpfe über der Spina scapulae vereinigt, welche nun als Hypomochlion dient und dem Trapezius den indirekten Ansatz an der Tuberositas deltoidea verschafft. Die vordere und hintere Partie des Deltoideusersatzes funktionierten gut. Die Seitwärtsbewegung jedoch zeigte eine gewisse Kraftlosigkeit. Vom physiologischen Standpunkt aus hielt Lexer eine Kombination von Trapezius- und Pectoralisplastik auf den gelähmten Deltoideus für richtiger. Bei der Trapeziusplastik trennte er den Ansatz des Muskels samt seiner schmalen Knochenleiste ab, um ein Durchschneiden der Fäden zu verhindern. Das hat auch noch den Vorteil, daß man bei völligem Fehlen des Deltoideus eine feste Verbindung mit dem Humerus vornehmen kann, indem man an ihn das in Verbindung mit der Muskelpartie schräg abgeschlagene Acromion samt einem entsprechenden Anteil der Spina bei abduziertem Arm festnagelt. In der Regel erhält man dadurch, je nachdem man den Trapeziusanteil mehr nach der Seite oder nach vorn verlagert hat, ein Erheben des Armes in der entsprechenden Richtung, aber nicht

beides. Deshalb hat Lexer meist die Verpflanzung des acromialen Teiles des Trapezius auf die Außenseite des Deltamuskels vorgenommen und zum Ersatz der vorderen Partie desselben die von Hildebrandt angegebene Verlagerung des Pectoralis major gleichzeitig oder später ausgeführt. Dabei wird der hart am Knochenursprung abgetragene Brustmuskel im Ganzen oder besser (nach Lengfellner und Frohse) nur sein clavicularer Teil nach oben gedreht und am äußeren Drittel des Schlüsselbeins ebenso wie am Acromion festgenäht. Man erreicht durch diese Verpflanzung von zwei verschiedenen Muskeln eine willkürliche Beeinflussung im Sinne des Erhebens nach der Seite oder nach vorn. Mencière empfahl die Ueberpflanzung eines Muskellappens aus dem vorderen Teil des Trapezius auf den Deltoideus, dann Ueberpflanzung eines Teiles des Pectoralis major unter Drehung von seinem Ursprung auf die Artic. acromioclavic. und Vernähen des acromial gelegenen Lappens des Pectoralis mit dem vordersten Teil des Trapezius. Außerdem hat Payr mit Hilfe des abgespaltenen obersten Trapeziusabschnittes und daran befestigter Faszie, welche über das Gelenk ausgebreitet und an der langen Bicepssehne fixiert worden war, einen guten Erfolg erzielt. Spitzy erreichte durch Vereinigung eines Teiles des Trapezius mit einem Teil vom Pectoralis major auf der Schulterhöhe und zwar so, daß die gegen einander stehenden Muskellappen mit einander der Länge nach vereinigt und nun ihr distales Ende an der Oberarminsertion des gelähmten Musc. deltoideus bei eleviertem Arm festgenäht wurde, eine gute Funktion und in kosmetischer Hinsicht schaffte er dadurch eine gute Schulterwölbung. Spitzy hegt die Ansicht, daß er durch seinen Eingriff die Möglichkeit zur Neurotisation des gelähmten Muskels schafft, an deren Möglichkeit er wie Erlacher und Gersuny glaubt. Lewis verwandte in zwei Fällen den Trapezius allein; in einem Falle war das Ergebnis unbefriedigend, weil er den Trapezius an den schlaffen Deltoideus selbst annähte. Im zweiten Falle heftete er den Trapezius an der Schulterkapsel an; nach 4½ Wochen konnte der Arm bereits bis zur Horinzontalen erhoben werden. Schmidt ging 1916 in gleicher Weise vor, auch er hatte keine befriedigenden Resultate. Bessere Erfolge ergab die Verwendung des Caput laterale des Musc. triceps, welches unter das Acromion nach oben geschlagen wurde, während gleichzeitig der Brustteil des Pect. major zum Deltoideus gezogen wurde. v. Khautz hat in einem Falle von Deltoideuslähmung eine Ueberpflanzung des Musc. trap. auf den Deltoideus nach Gersuny erfolgreich durchgeführt. Der Arm konnte nach Abnehmen des Verbandes sofort in horizontaler Lage gehalten und später sowohl nach vorn wie seitwärts zur Senkrechten erhoben werden Schepelmann modifizierte die Hildebrandt'sche Methode dahin, daß er nicht den ganzen Muskel, sondern nur den mittleren Teil verpflanzte. Die an ihrem Ursprung abgelöste Muskelpartie führte er durch die unterminierte Haut zu dem Acromion und der Spina scap. hin und vernähte sie hier. Er berichtet, daß er durch die Transplantation auf die Spina günstigere Hebelwirkung erhalten habe. Lemperg gab 1922 folgendes Verfahren an: Durch Resektion des äußeren Drittels der Clavicula wird der hier ansetzende Teil des Trap. mobilisiert und über das Acromion bis etwa in die Mitte des Deltamuskels gezogen und periostal angeheftet. Die Operation hatte vollen Erfolg. Burzewa versucht die Verpflanzung bei Deltoideusparese durch die Transplantation des Pect. major nach Hildebrandt und modifiziert diese durch eine ergänzende Anheftung des Trapezius, am Ansatz des Deltoideus am Oberarm. Hierdurch wird eine vollkommene Wiederherstellung der Funktion des Armes erreicht. Die Transplantation des Trapezius soll stets unter

Bildung eines Knochen-Periostlappens vorgenommen werden und die Anheftung bei erhobenem Arm mehr nach außen am Humerus erfolgen. Bei Betrachtung der bislang ausgeführten Operationen wegen Deltoideusparese ergibt sich, daß die reine Trapeziusplastik wenig befriedigende Resultate gibt, daß die reine Pectoralisplastik (Hildebrandt) 75 Prozent Heilung aufweist, und daß die Verbindung von Pectoralis und Trapeziusplastik 100 Prozent Erfolg hat. Petrowa hält die Operation nach Hildebrandt bei Kindern für sehr eingreifend (Schocktod), das Resultat aber für ungenügend und befürwortet ebenfalls die ergänzende Zuhilfenahme des Trapezius. Bei Gelegenheit einer durch eine bösartige Geschwulst bedingten operativen Entfernung des Musc. deltoideus benutzte Hustinx den Musc. pect. major als plastischen Ersatz des entfernten Deltoideus, indem er den Muskel an seinem Ursprung am Schlüsselbein und Brustkasten bis zur 3. Rippe ablöste und unter Schonung von Nerven und Gefäßen um 180 Grad drehte, sodann den Muskel an der Spina scapulae, Acromion und Schlüsselbein festnähte. Die Plastik führte zu voller Funktionstüchtigkeit. Den Grund zu seinem Erfolg sieht er in der von anderen Autoren nicht ausgeführten vollkommenen Entfernung des Deltoideus und der Drehung um 180 Grad, so daß der Muskellappen bis an die Spina scap. herangeleitet werden kann. Er hat die modifizierte Operation auch in einem Falle von habitueller Schulterluxation ohne Lähmung des Deltoideus zur aktiven Verstärkung der Vorder- und Außenwand des Gelenkes ausgeführt und dabei den Deltoideus geschont und den um 180 Grad gedrehten Pectoralis unter dem genannten Muskel durchgeführt und am Acromion festgeheftet. Auch dieser Eingriff brachte einen vollen anhaltenden Erfolg. Eine andere Methode verdanken wir Bastos Ansart. Bei Deltoideuslähmung hat er die Ansätze des Teres major und Latissimus dorsi abgetrennt und höher oben an der Hinterseite nahe dem Humeruskopf angenäht. Es wurde dadurch aktive Hebung des Armes bis zur Horizontalen möglich. Bei anderen Fällen kompletter Lähmung des Armes mit Kontraktur in Innenrotation wurde außerdem noch der Pectoralisansatz an das Acromion befestigt. Frankenberg fixiert den Musc. pect. major nicht am Schlüsselbein, sondern an der Spina scapulae. Hier ist die Amplitude zwischen der größten Kontraktion und der größten Erschlaffung größer als bei der Hildebrandt'schen Methode, wodurch natürlich die Bewegung des Armes vergrößert wird. Der Grad der Verkürzung des Muskels ist von dessen Länge abhängig: Je länger die Muskelfaser ist, umso mehr besitzt sie die Fähigkeit sich zu verkürzen. (Fick, Handb. d. Anatomie und Mechanik d. Gelenke 1910.) Der Musc. pect. wird über das Schlüsselbein gebreitet wie über einen Block und an der Spina scap. befestigt. Auf diese Weise beschreibt er einen größeren Kreis und hebt den Arm in vertikaler Richtung. Zur Erzielung größerer Dehnbarkeit befestigte Frankenberg den transplantierten Muskel so niedrig als möglich und weiter nach hinten, also an den medialen Teil der Spina scapulae, umso mehr, als dadurch das Abgleiten des Transplantates nach außen verhütet wird. Bei der Operation typisch nach Hildebrandt wird die natürliche Länge des Muskels verkürzt; nach seinem Verfahren dagegen wird der Muskel anfangs etwas gedehnt, bei der Kontraktion verkürzt, durchläuft wieder das Stadium der natürlichen Länge, um dann in eine maximale Verkürzung überzugehen. Um eine Dehnung des transplantierten Muskels zu vermeiden, wird der Arm in maximaler Adduktion nach Operation fixiert. Auch Riedel stellt die Forderung auf, bei Lähmung des Deltoideus möglichst immer für den Ersatz sämtlicher drei Portionen des Muskels zu sorgen. Zum Ersatz der vorderen und mittleren Portion nahm er die Pars clav. und

sternocostalis des Pect. major, deren losgelöster Ursprung am Acromion sowie lateralem Drittel der Spina scap. befestigt wurde. Die mittlere Portion wurde durch den Trapezius ersetzt, während für die hintere Portion nach eigener Methode der Teres major in Betracht kommt. Der Ursprung des Teres major, welcher sich an der Dorsalfläche der Scapula befindet, wird vollkommen vom Knochen losgelöst, und sein Ansatz, der gemeinsam mit dem Musc. latissimus dorsi an der crista tuberculi min. hum. endet, abgetrennt, dabei wird aber die Eintrittsstelle des Muskelnerven, Ramus thoraco dorsalis vom Nerv. subscapularis, sowie des Hauptgefäßes, Arteria subscapularis aus der Art. axill., völlig intakt gelassen. Der Musc. teres major hängt dann nur an seinem Gefäßnervenbündel. Nach einer Drehung des Muskels um etwa 80 Grad erfolgt die totale Verpflanzung ohne Schwierigkeiten. Die nahe dem Ansitz durchtrennte Muskelfläche wird bei abduziertem Arm möglichst breit mit der angespannten lateralen Portion des Musc. deltoideus vernäht, während die Ursprungsfläche nach Untertunnelung der Haut periostal auf das laterale Drittel der Spina scap. befestigt wird. Der überpflanzte Teres major hat dann nach der Transplantation ganz den gleichen Faserverlauf, wie der von ihm ersetzte hintere Deltoideusanteil normaler Weise besitzt.

Aus allen diesen abwägenden Darlegungen geht hervor, daß die Methode nach Hildebrandt zwar relativ einfach ist, als physiologischer hingegen ist unbedingt eine Kombination von Pectoralis- und Trapeziusplastik anzusprechen. Nach gleichem Plane wurden an der hiesigen chirurgischen Klinik folgende Fälle von Deltoideusplastik ausgeführt. Ich lasse nun die Krankengeschichten folgen:

H. L. 50 Jahre. Tagelöhner.

Am 22. März 1929 fuhr Patient mit dem Rad gegen ein Auto und wurde vom Rad geschleudert. Er fiel dabei auf die linke Schulter. Bewußtlos war er nicht. Der luxierte Arm wurde hier eingerichtet. Nach 5 Tagen Beginn der ambulanten Behandlung mit Heißluft, Massage und Bewegungen. Bis zum 22. Juni war er in ambulanter Behandlung. Befund: Mittelgroßer, in gutem Ernährungs- und Kräftezustand befindlicher Patient. Normaler Allgemeinstatus. Rechte Schulter o. B. Linke Schulter hochgradige Atrophie des Deltamuskels; Abduktion des Armes unmöglich. Neurologisch: Axillarislähmung mit der typischen Sensibilitätsstörung. Elektrisch: Komplette E. A. R. Röntgenologisch: Typische Periarthritis humeroscapularis. Erst soll im Einverständnis mit dem Patienten Mobilisation gemacht werden und später Deltoideusplastik. 28. Juni Mobilisation der Schulter in Narkose und Lagerung auf Schiene. 5. Juli Tägliche Massage und Bewegungsübungen. 13. Juli Operation in Narkose. Schnitt längs dem Sternum, entlang der Clavicula, über die Schulter bis zur Spina scapulae. Dann wird zunächst der Musc. pect. major freigelegt und die obere claviculare Portion an ihrem Ursprung abgetrennt, umgeschlagen und über den Musc. deltoideus am Acromion und an der Spina scapulae fixiert. Die den Muskel versorgenden Gefäße und Nerven werden dabei sorgfältig geschont. Dann wird die zwischen Clavicula und Spina scapulae inserierende Portion des Musc. trap. an diesen beiden Insertionsstellen abgelöst und am elevierten Arm auf den Musc. deltoideus aufgenäht. Hautnaht. Gipsverband in Abduktion.

5. Juli Primäre Heilung.

19. August 1929. Patient kann den Arm aktiv etwa bis zur Schulterhöhe langsam heben. Wird auf Wunsch in ambulante medicomechanische Nachbehandlung entlassen. 8. März 1930 Nachuntersuchung.

Patient kann den Arm aktiv bis über Schulterhöhe erheben, in dieser Stellung frei halten und langsam nach unten absinken lassen. Er ist mit der Funktion des Armes sehr zufrieden.

K. W. 24 Jahre. Landwirt.

Am 6. Juni 1926 hatte Patient einen Motorradunfall und fiel dabei auf die rechte Schulter. Bei der Aufnahme am 15. September 1926 fand sich eine Luxation des rechten Armes und Fraktur des Collum chirurgicum scapulae; ferner eine starke Atrophie an der Rück- und Außenseite der rechten Schulter. Neurologisch: Lähmung des Nerv. axillaris und des Nerv. supraclavicularis. Hautsensibilität ist in dem entsprechenden Nervenbereich aufgehoben. Die Funktion des Oberarmes bestand in einer Abduktion bis 30 Grad, Außenrotation fehlt völlig.

Operation 15. Dezember 1926. Ablösung des Musc. pect. major von den Rippen und der Clavicula unter Schonung der Nerven; er wird nach außen verschoben und an Clavicula und Acromion angenäht. Die Naht wird durch ein Bohrloch des Acromion hindurchgeführt. Hierauf wird der Trapezius freigelegt, ebenfalls mobilisiert und sein Ansatz mit dem mobilisierten Ursprung des Deltoideus vernäht.

Reaktionsloser Heilungsverlauf.

Die Nachuntersuchung ergab auch in diesem Falle ein gutes funktionelles Resultat.

## Zusammenfassung.

Zwei Methoden haben mit einander auf dem Gebiete der Muskelverpflanzungen konkurriert: die freie und gestielte Muskeltransplantation. Im allgemeinen lehnt man heute die freie Muskelverpflanzung ab, da sie nicht in der Lage ist, funktionstüchtiges Muskelgewebe am Orte der Transplantation zu schaffen. Im Gegensatz hierzu bietet der praktischen Chirurgie die gestielte Transplantation ein willkommenes Hilfsmittel, um gelähmte Muskulatur durch arbeitsfähige zu ersetzen. Durch die gestielte Muskeltransplantation hat sich die Chirurgie einen segensreichen Einfluß in sozialer Hinsicht erringen können. Diese Tatsache in Verbindung mit den bisher erzielten guten Resultaten sichert der gestielten Muskelplastik eine dauernde Existenz in der Chirurgie zu.

# Literatur.


Albert: Zur Mechanik des Schultergürtels. Wien. med. Jahrb. 1877.

Ansart: Die Myoplastik bei der Behandlung der Paralyse des Deltoideus. Z. f. orth. Chir. Bd. 48.

Askanazy: Transplantierte quergestreifte Muskulatur kann sich auf eigene Kosten regenerieren? Wien. med. Wo. 1912.

Burzewa: Ueber eine kombinierte Muskelplastik bei Paralyse des Musc. deltoideus.

Capurro: Ueber den Wert der Plastik mittels quergestreiften Muskelgewebes. Arch. f. klin. Chir. 1900, Bd. 61.

Eden: Die Verwendung der freien Muskeltransplantation nach Untersuchungen am Menschen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 111.

Erlacher: Experimentelle Untersuchungen über Plastik und Transplantation von Nerv und Muskel. Arch. f. klin. Chir. 1915 Bd. 106.

Fick: Anatomie und Mechanik der Gelenke unter Berücksichtigung der bewegenden Muskeln. Teil 2, Jena 1904.

Frankenberg: Ueber ein modifiziertes Verfahren bei der Transplantation des großen Brustmuskels nach der Methode von Hildebrand. Arch. f. klin. Chir. Bd. 149.

Gerulanos: Ueber Muskelüberpflanzungen am Schultergürtel. Arch. f. klin. Chir. 1916 Bd. 107.

Gluck: Ueber Muskel- und Sehnenplastik. Arch. f. klin. Chir. Bd. 26.

Goebell: Freie Muskeltransplantation. Med. Ges. Kiel. Sitzung v. 9. 5. 1912.

Haberland: Ueber Muskeltransplantation und das Verhältnis des Muskels zum Nerven. Diss. Leipzig 1913.

Helferich: Ueber Muskeltransplantation beim Menschen. Arch. f. klin. Chir Bd. 28.

Hildebrandt: Ueber eine neue Methode der Muskeltransplantation. Arch. f. klin. Chir. Bd. 78.

Hoffa: Lehrb. d. orth. Chirurgie. 1912.

Hustinx: Transplantation des Musc. pect. major zum Ersatz des Musc. deltoideus oder als aktive Verstärkung des Schultergelenkes bei habitueller Luxation.

Jores: Ueber den Einfluß funktionellen Reizes auf die Transplantation von Muskelgewebe. Verhdlg. d. dt. Path. Ges. Leipzig 1909.

v. Khautz: Muskeltransplantation bei Deltoideuslähmung. Sitz. d. Wien. med. Ges. v. 21. 1. 1916.

Kirschner-Nordmann: Die Chirurgie der Muskeln, Sehnen und Faszien. (W. Müller).

Kroh: Experimentelle Untersuchungen über freie Muskeltransplantation. Aus der Festschrift d. Akademie f. prakt. Med. Köln 1905.

Küttner u. Eichhoff: Die Chirurgie der quergestreiften Muskulatur. 2. Teil.

Landois: Experimentelle Untersuchungen über die Verwendung von Muskelgewebe zur Deckung von Defekten. Hab. Schrift Breslau 1913.

Lemperg: Zur Erleichterung der Deltoideusplastik. Ztrbl. f. Chir. Jahrg. 49.

Lengfellner u. Frohse: Die operative Behandlung der Deltoideuslähmung. Med. Klin. 1909.

Lewis: Trapezius transplantation in the treatment of deltoid paralysis. Journ. of the amer. ass. Vol. 55.

Lexer: Ueber freie Transplantation. Verhdlg. d. dt. Ges. f. Chir. 40. Kongreß Berlin 1911.

Lexer: Wiederherstellungschirurgie.

Magnus: Ueber Muskeltransplantation. Münch. med. Wo. 1890.

Mencière: Paralyse flasque du membre supérieur par poliomyélite antérieure. Traitement orth. et chir. 12. Intern. med. Kongr. London.

Mollier: Ueber die Statik und Mechanik des menschlichen Schultergürtels unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Festschr. Jena 1899.

Payr: Diskussion zum Vortrag von Wullstein: Muskelverpflanzung. Verhdlg. d. dt. Ges. f. Chir. 46. Tagung.

Petta: Plastische e trapianti muscolari 1925.

Ribbert: Ueber Veränderungen im transplantierten Gewebe. Arch. f. Entwicklungsmechanik 1898.

Riedel: Zur Frage der Muskeltransplantation bei Deltoideuslähmung. Ergebn d. Chir. u. Orth. 21. Bd.

Rydygier: Ueber Transplantation der gestielten Muskellappen.

Sachs: Muskeltransplantation bei Behandlung der Kinderlähmung. Dt. med. Wo. 1906.

Saltykow: Ueber Transplantation zusammengesetzter Teile. Arch. f. Entwicklungsmechanik 1899.

Samter: Zur operativen Behandlung der Deltoideslähmung. Verhdlg. d. dt. Ges. f. Chir. 1909.

Saxl: Ueber die Arbeitsleistung des transplantierten Muskels. Wien. kli. Wo. 1921.

Schepelmann: Muskeltransplantation bei Schulterlähmung. Dt. Z. f. Chir. Bd. 144.

Schmidt: Muskeltransplantation bei Muskelausfall. Mittelrhein. Chir. Tag. v. 8. 9. 1916.

Schulz: Ueber Muskeltransplantation. Diss. Berlin 1918.

Spitzy: Zur Frage des direkten Muskelanschlusses. Münch. med. Wo. 1918.

Volkmann: Ueber die Regeneration des quergestreiften Muskelgewebes bei Menschen und Säugetier. Zieglers Beitr. 1893.

Vulpius u. Stoffel: Orthop. Operationslehre.

Wrede: Verhdlg. d. dt. Ges. f. Chir. 41. Kongreß, Berlin.

Wullstein: Ueber Muskelverpflanzung. 46. Vers. d. dt. Ges. f. Chir.

# Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Carl Borchard, am 27. Januar 1903, zu Gelsenkirchen, als Sohn des Kaufmanns Carl Borchard und seiner Ehefrau Clementine Borchard geb. Aßmann. Die Reifeprüfung bestand ich am 10. März 1922 am Burggymnasium zu Essen. Von Ostern 1922 an studierte ich mit einjähriger Unterbrechung an den Universitäten Münster, Freiburg, Bonn und Greifswald Rechts- und Staatswissenschaften. Vom Sommersemester 1925 an widmete ich mich dem Studium der Medizin in Greifswald, Münster, Bonn und bestand das vorärztliche Examen am 6. August 1927 an der Universität Rostock. Die klinischen Semester brachte ich in Kiel, Wien und Heidelberg zu, wo ich am 30. Juni 1930 mein medizinisches Staatsexamen vollendete.